

СТРУКТУРНО-ЛІТОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ МОТРОНІВСЬКО-АННІВСЬКОГО ТИТАН-ЦИРКОНІЄВОГО РОДОВИЩА

С. П. Василенко

(Рекомендовано д-ром геол.-мінерал. наук Л. С. Галецьким)

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: svetlyk@gmail.com
Науковий співробітник.*

На основі методики цифрового структурно-літологічного моделювання, адаптованої для розсіпів важких мінералів, вперше була побудована цифрова структурно-літологічна модель перспективного Мотронівсько-Аннівського родовища титано-цирконієвих руд (північно-східний схил Українського щита). З урахуванням цієї моделі отримана серія похідних (візуалізацій) карт і профілів, що відображають структурні характеристики, літологічні характеристики, морфологію рудних тіл і розподіл рудних мінералів в об'ємі гірського масиву родовища, а також здійснено автоматичний підрахунок запасів за градаціями концентрацій основних рудних мінералів.

Ключові слова: титано-цирконієві руди, Український щит, поховані розсіпи, ільменіт, моделювання.

STRUCTURAL AND LITHOLOGICAL MODEL OF MOTRONA-ANNYVSKE TITANIUM-ZIRCONIUM DEPOSIT

S. P. Vasylenko

(Recommended by doctor geol.-mineral. sciences L. S. Galetskiy)

*INSTITUTE of GEOLOGICAL SCIENCES, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine,
E-mail: svetlyk@gmail.com
Research assistant.*

For the first time a series of digital structural-lithological maps based on the method of the digital structural and lithologic modelling adapted for placers of heavy minerals for the perspective Motrona-Annyvske placer deposit (north-eastern slope of the Ukrainian Shield) were constructed. A series of derivatives (visualizations) maps and profiles, reflecting the structural characteristics, lithological characteristics, morphology of the ore bodies and ore minerals distribution within the deposit were obtained. The automatic ore reserve calculation by gradations of main ore minerals concentrations have been obtained.

Key words: titanium-zirconium ores, Ukrainian Shield, buried placer, ilmenite, modelling.

СТРУКТУРНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОТРОНОВСКО- АННОВСКОГО ТИТАН-ЦИРКОНИЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С. П. Василенко

(Рекомендовано д-ром геол.-мінерал. наук Л. С. Галецьким)

*Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, E-mail: svetlyk@gmail.com
Науковий співробітник.*

На основе методики цифрового структурно-литологического моделирования, адаптированной для россыпей тяжелых минералов, впервые была построена цифровая структурно-литологическая модель перспективного Мотроновско-Анновского месторождения титано-

циркониевых руд (северо-восточный склон Украинского щита). С учетом этой модели получена серия производных (визуализаций) карт и профилей, отображающих структурные характеристики, литологические характеристики, морфологию рудных тел и распределение рудных минералов в объеме горного массива месторождения, а также осуществлен автоматический подсчет запасов по грациям концентраций основных рудных минералов.

Ключевые слова: титано-циркониевые руды, Украинский щит, погребенные россыпи, ильменит, моделирование.

Вступ

Мета даної роботи полягає в демонстрації серії карт, побудованих із застосуванням методики цифрового структурно-літологічного моделювання, які відображають просторовий розподіл важких мінералів і деяких технологічних властивостей у гірському масиві родовища.

Об'єктом досліджень є Мотронівсько-Аннівське титан-цирконієве родовище, що го-тується до введення в експлуатацію.

Для вирішення поставлених задач застосовувався комплекс таких методів: літологічний, палеогеографічний, палеогеоморфологічний, палеотектонічний, а також метод комп'ютерного моделювання на основі принципів структурно-літологічного розчленування порід.

Методологія структурно-літологічного моделювання була розроблена міжвідомчим науково-дослідницьким колективом Інституту геологічних наук НАН України та інших організацій – Д.П. Хрущовим, О.П. Лобасовим, О.О. Ремезовою та ін. [Хрущов и др., 2013]. В основу методології покладено загальні принципи формаційного аналізу [Рухин, 1969; Страхов, 2008] з урахуванням структурно-літологічних характеристик осадових геологічних тіл з використанням системного підходу [Карагодин, 1985], а також комп'ютерного моделювання [Гребенніков, Лобасов, 2001].

Актуальність проведених досліджень пов'язана з необхідністю розвитку мінерально-сировинної бази титану та цирконію, зокрема за рахунок освоєння розсипних родовищ, що вважаються найбільш рентабельними.

У Східноєвропейській розсипній провінції виділяється Українська субпровінція, в межах якої встановлено чотири розсипні зони: Придніпровська, Приазовська, Азово-Чорноморська і Харківсько-Сумська. Більшість перспективних титан-цирконієвих родовищ та

рудопроявів (Вовчанське, Воскресенське, Південне, Тарасівське, Малишівське та Мотронівсько-Аннівське) – так звана «Самотканська група розсипів». Цей геолого-промисловий тип вважається найбільш перспективним у світі [Галецький, Чернієнко, 2001].

Загальні відомості

про Мотронівсько-Аннівське родовище

Це родовище розташоване в Дніпропетровській області. Знаходиться в зоні зчленування двох великих структур платформного типу – Українського щита і Дніпровсько-Донецької западини та охоплює північно-східний схил щита [Цымбал и др., 1977].

Мотронівсько-Аннівське родовище (рис. 1) отримало свою назву за географічними назвами населених пунктів Мотронівка та Новоаннівка, що розташовані на північний захід від м. Вільногірськ. В літературі та у виробничих звітах це родовище називають Мотронівсько-Аннівська ділянка, або північно-західна зона Малишівського родовища. Але в перших державних кадастрах титанових родовищ 1959, 1983 рр. цей об'єкт розглядався як самостійний, відокремлений і мав назву «Правобережне родовище» [Кадастр..., 1973]. Протягом 1972–1986 рр. для поповнення запасів рудних пісків, що вичерпуються на Малишівському родовищі, було проведено попередні та детальні розвідувальні роботи, і в подальшому, у 1996 р. родовище було ідентифіковане як «ділянка», що ми вважаємо невиправданим.

Мотронівсько-Аннівське родовище за запасами рудних пісків, згідно з класифікацією [Крейтер, 1960], відноситься до дуже крупних (із запасами понад 150,0 млн м³). За даними Вільногірського гірничо-металургійного комбінату середній вміст у рудних пісках становить (кг/м³): колективного концентрату* – 82,63; ільменіту – 45,78; рутилу – 12,75; циркону – 6,80; дистену і силіманіту –

* Колективний концентрат – містить всю суму видобутих на родовищі корисних компонентів, відмитих від глинистої складової та відокремлених від легкої фракції.



Рис. 1. Загальний вигляд Мотронівсько-Аннівського родовища
Fig. 1. General view of Motrona-Annyvske deposit

11,23; ставроліту – 9,15; умовного ільменіту* – 127,75 (при мінімально необхідному для рентабельної розробки родовища – 90,6 кг/м³) і прирівнюється до найбільших родовищ даного типу у світі. Існує багато інших принципових відмінностей між Малишівським та Мотронівсько-Аннівським родовищами. Насамперед це різні фаціальні умови осадоконакопичення. Ми виділяємо дві фаціальні зони в межах досліджуваної території – морського мілководдя та прибережного мілководдя. На Мотронівському родовищі переважають фації морського мілководдя (субліторалі), на Малишівському – фації прибережного мілководдя (латералі), що є основними розсиповміщуючими.

Крім того, вони суттєво відрізняються за речовинним складом порід, текстурними та структурними характеристиками, морфологією рудних тіл, механізмами концентрації важких мінералів. Зважаючи на ці переконливі докази, вважаємо, що більш коректно ідентифікувати Мотронівсько-Аннівський розсип як «родовище», а не «ділянка» чи «зона».

Геологія та стратиграфія. В геологічному відношенні Мотронівсько-Аннівське родовище являє собою давній похований розсип корисних мінералів, що формувався в субаквальних умовах закритого континентального басейну типу море – озеро [Зосимович, 2003; Хрущов и др., 2013]. Корисними мінералами є ільменіт, рутил, циркон, дистен, силіманіт, ставроліт.

Найбільш давніми породами в межах родовища є плагіограніти і мігматити архею, що залягають на глибині 50-120 м. Верхня частина порід кристалічного фундаменту вивітрена і перекрита корою вивітрювання, місцями в північно-західній частині родовища потужність її сягає 40 м і більше. Розріз осадового чохла в межах родовища в цілому представлений відкладами палеогену (бучацька, київська, межигірська світи) і неогену – новопетрівська світа полтавської серії, з якою пов'язані основні концентрації рудних мінералів [Галецкий и др., 1988].

Загалом, полтавська серія на досліджуваній території являє собою різнофаціальну товщу переважно піщаних відкладів, стратиграфічно розташованих між підстилаючими утвореннями харківської серії та перекриваючою товщею строкатих глин (рис. 2). Ця частина розрізу відноситься до двох регіонів – берецького та новопетрівського. Потужність відкладів полтавської серії коливається від 20–40 м на значній частині регіону до 130–150 м на депресійних ділянках та в межах конседиментаційних прогинів.

У межах Середньопридніпровської розсипної зони полтавська серія поділяється на берецьку та новопетрівську світи [Стратиграфічний..., 2012].

Берецька світа розчленовується на дві підсвіти – зміївську та сиваську, що загалом представлені прісноводно-солонатоводними відкладами морського походження.

* Під «умовним ільменітом» ми розуміємо комплекс корисних компонентів (ільменіт, рутил, циркон, дистен та силіманіт), що міститься на родовищі, перерахований відповідно до вартості 1 т ільменіту в певний проміжок часу.

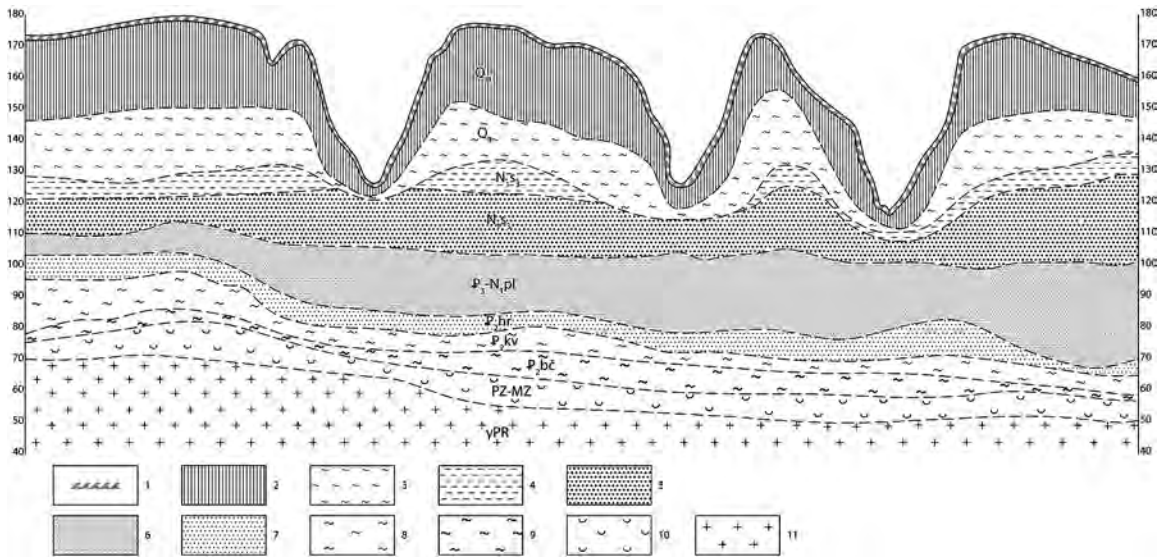


Рис. 2. Схематичний геологічний розріз Мотронівсько-Аннівського родовища

1 – ґрунтово-рослинний шар, алювіальні та делювіальні відклади; 2 – лесовидні та щільні червоно-бурі суглинки; 3 – червоно-бурі глини; 4 – зеленувато-сірі строкаті глини; 5 – дрібнозерністі піски; 6 – тонкозерністі піски полтавської серії (основний рудоносний горизонт); 7 – глауконіто-кварцові піски харківського ярусу; 8 – зелені алевритові глини київського ярусу; 9 – піщано-глинисті відклади з прошарками бурого вугілля та вторинних каолінів буцацького ярусу; 10 – кора вивітрювання гранітів, плагіогранітів та їх мігматитів; 11 – граніти, плагіограніти та їх мігматити

Fig. 2. Schematic geological section of Motrona-Annyvske deposit

1 – topsoil, alluvial and talus deposits; 2 – loessial and tight red-brown loams; 3 – red-brown clay; 4 – greenish-grey mottled clays; 5 – grained sand; 6 – fine-grained sand of Poltava series (main metalliferous horizon); 7 – glauconite and quartz sand of Kharkiv layer; 8 – green silt clay of Kyiv layer; 9 – sandy-argillaceous sediments with layers of lignite and kaolin of Buchak layer; 10 – weathering crust of granites, migmatites, plagiogranites; 11 – granites, plagiogranites and migmatites

Нижня підсвіта берецької світи – зміївська, складена малопотужним (до 5 м) горизонтом глин. Верхня підсвіта – сиваська, представлена пісками та алевритами потужністю до 10 м.

Новопетрівська світа (N_{1np}) в межах району дослідження (як і на інших суміжних територіях) поділяється на три підсвіти – нижню, середню та верхню, але на Малишівському та Мотронівсько-Аннівському родовищах новопетрівська світа представлена тільки нижньою та середньою підсвітами (О.М. Бестужев, 2007) [Петренко, 2008].

Нижня підсвіта складена глинисто-піщаною товщею алювіально-болотного походження, загальною потужністю в середньому 3-5-7 м. Середня підсвіта представлена товщею світло-сірих однорідних тонко-горизонтально-шаруватих пісків потужністю до 20 м. Верхня підсвіта складена пісками і пісковиками каоліністими, ясно-сірими і брудно-білими зі строкатими плямами еолового походження, потужністю до 10 м.

Комплексне вивчення відкладів новопетрівської світи в межах Самотканської

групи розсіпів, з урахуванням проведених нами польових досліджень, дозволило провести кореляцію літостратиграфічних горизонтів і встановити загальну приуроченість розсіпу до певного стратиграфічного горизонту – середньої підсвіти новопетрівської світи, а також реконструювати умови формування циркон-ільменітових розсіпів.

Результати досліджень. Цифрова структурно-літологічна модель

Для створення цифрової структурно-літологічної моделі (ЦСЛМ) Мотронівсько-Аннівського родовища автором було побудовано базу даних з розчленуванням 1135 свердловин розвідувального буріння (за даними В.Д. Ярового, 2005 р.), з урахуванням результатів мінералогічних аналізів 18 947 проб, у тому числі вмісту титановміщуючих мінералів (колективного концентрату, циркону, рутилу, ільменіту, умовного ільменіту, дистен-силіманіту), вмісту глинистої фракції, вмісту важкої фракції.

При створенні моделі в базу даних були введені вихідні дані, що стосуються структурних характеристик рудовміщуючої товщі, літофасіального розчленування за двома ознаками – вмістом глинистого матеріалу та гранулометричним складом, а також площового розподілу вмісту рудних мінералів, колективного концентрату та умовного ільменіту.

Нижче наведені приклади найбільш представницьких моделей.

Карта ізопахіт рудоносної товщі. На карті чітко виділяється основна смуга підвищених потужностей рудоносної товщі, розташована в середній частині ділянки, що має північно-західне простягання і корелюється з гіпсометричними параметрами підшови товщі (рис. 3). З цією смугою корелюються також ділянки підвищених концентрацій ільменіту, рутилу, циркону та інших рудних мінералів.

Карта розподілу корисних компонентів у рудному тілі Мотронівсько-Аннівського родовища. Показано площовий розподіл ільменіту, рутилу, циркону, умовного ільменіту у рудному тілі родовища (рис. 4). Очевидно, що основна смуга підвищених концентрацій розташована в середній частині родовища,

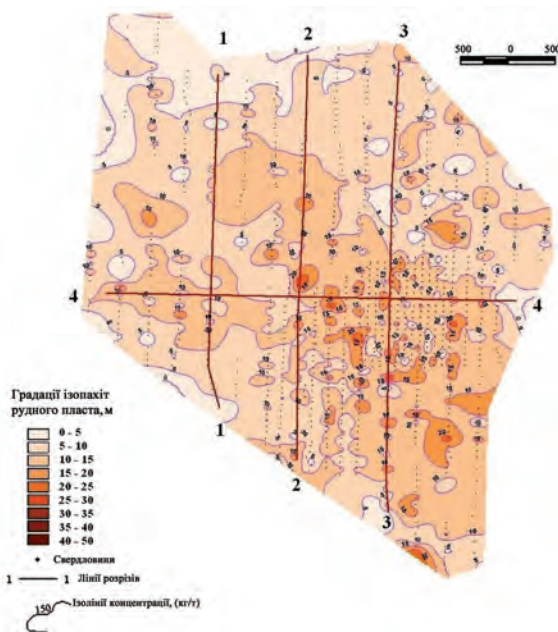


Рис. 3. Карта ізопахіт рудоносної товщі Мотронівсько-Аннівського родовища. Свердловини; лінії розрізів; ізолінії концентрацій, кг/т

Fig. 3. Map of iso-pachous for the ore-bearing strata of Motrona-Annyvske deposit. Drills; profiles; iso-pachous, kg/t

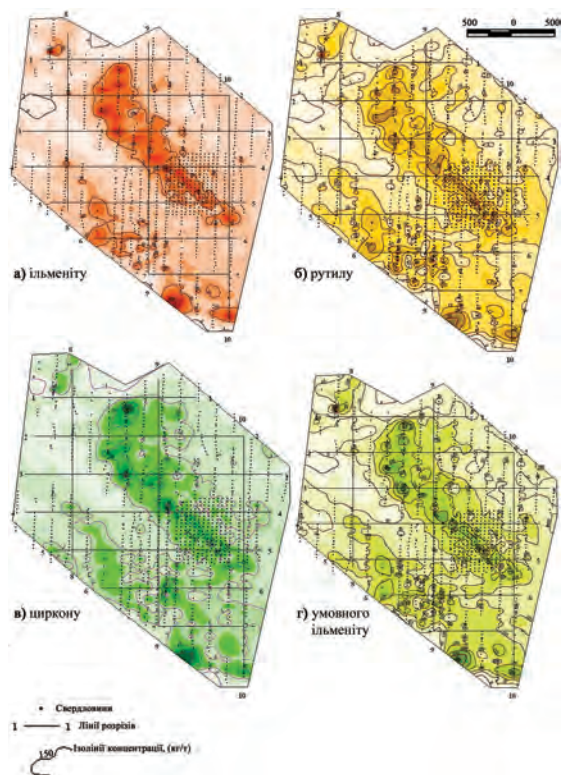


Рис. 4. Карта розподілу корисних компонентів у рудному тілі Мотронівсько-Аннівського родовища. Свердловини; лінії розрізів; ізолінії концентрацій, кг/т

Fig. 4. Map of the useful components distribution in the ore body of Motrona-Annyvske deposit. Drills; profiles; iso-pachous

має північно-західне простягання та корелюється із зниженнями рельєфу підшови новопетрівської світи.

Автоматичний підрахунок запасів ільменіту, рутилу та циркону (див. таблицю). Підрахунок запасів здійснено на основі створеної автором бази даних у рамках спільного російсько-українського проекту «Цифрове структурно-літологічне та геолого-динамічне моделювання розсипних родовищ важких мінералів», вперше оприлюдненому на Міжнародній конференції «Ті-2013 в СНГ» та опублікованому в [Хрущов и др., 2013] (рис. 5).

Отримані результати моделювання (див. таблицю, рис. 3-5) свідчать про високий рівень відповідності картографічним матеріалам, що побудовані за традиційними методами з переважанням високої роздільної здатності і прогностичної функції, а також технологічності отриманих похідних.

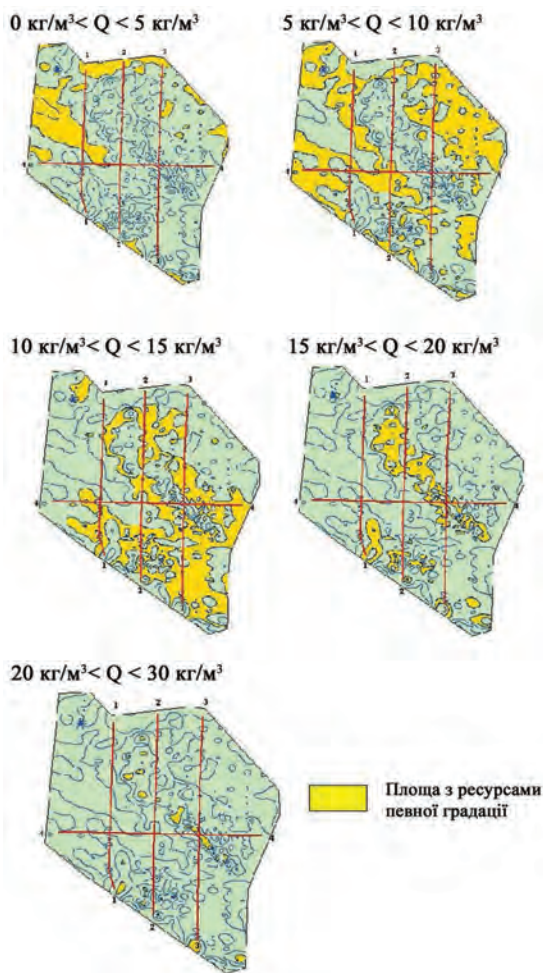


Рис. 5. Карта розподілу вмісту циркону в межах Мотронівсько-Аннівського родовища

Fig. 5. Map of zirconium content distribution within the Motrona-Annyvske deposit

Висновки

На підставі викладеного можна стверджувати таке.

Нами реконструйовано умови формування розсіпних Малишівського та Мотронівсько-Аннівського родовищ.

Встановлено, що седиментаційний басейн Самотканської групи розсіпів являв собою певну ділянку шельфу середньоновопетрівського седиментаційного басейну, що має в плані форму відкритої затоки. Тут нами виділено дві більш-менш стійкі фаціальні зони – прибережного мілководдя і морського мілководдя (субліторалі). До першої зони приурочений суббасейн Малишівського родовища, до другої – Мотронівсько-Аннів-

Автоматичний підрахунок запасів важких мінералів Мотронівсько-Аннівського родовища

Automatic ore reserve calculation of main ore minerals within the Motrona-Annyvske deposit

№ п/п	Корисний компонент	Градації концентрації (кг/м ³)	Запаси (т)
1	Рутил	0-5	195240
	»	5-10	1215860
	»	10-15	1936260
	»	15-20	904170
	»	20-30	171480
	»	30-40	0
	»	>40	0
2	Ільменіт	0-10	125678
	»	10-25	2087762
	»	25-50	8048860
	»	50-75	3995200
	»	75-100	644200
3	Циркон	<1	8135
	»	1-5	669605
	»	5-10	1317920
	»	10-15	199190
	»	15-20	10850
	»	20-30	0
	»	>30	0

ського родовища. У межах Мотронівського суббасейну виникали структурно-седиментаційні пастки, що підтверджується результатами моделювання, які слугували осередками концентрації важких мінералів (рис. 3). Ці пастки утворювалися в місцях консидиментаційних знижень рельєфу дна (в результаті неотектонічних низхідних рухів кристалічного фундаменту). Механізм концентрації важких мінералів обумовлювався гідродинамічними і літодинамічними факторами – в основному вздовжбереговими підводними течіями з підпорядкованим значенням хвильових процесів. Потік наносів був орієнтований субпаралельно берегу, і осадження важких мінералів відбувалося саме на ділянках седиментаційних пасток. Цей процес мав

циклічний характер, що забезпечувало багаторазове перевідкладення та гарне сортування рудоутворюючого матеріалу з прогресуючою сепарацією, тобто збагаченням осадових порід рудним матеріалом.

Основні результати інтерпретації отриманих моделей такі:

– встановлено просторове розміщення рудних тіл та простежено взаємозв'язки з морфологією рудної товщі;

– встановлено просторове розміщення технологічних властивостей рудної товщі (вмісту глинистого матеріалу, гранулометричного складу пісків);

– виконано автоматичний підрахунок запасів ільменіту, циркону та інших мінералів за встановленими градаціями вмістів;

– відпрацьовано методику прогнозування та оцінки родовищ даного геолого-промислового типу на суміжних територіях.

Мотронівсько-Аннівське родовище є перспективним і висококомплексним. Цінність його визначають не тільки важкі мінерали рудних пісків – ільменіт, рутил, циркон, дистен, силіманіт, але і нерудна складова – кварцові піски, що використовуються для формувального та скляного виробництва, а також ставроліт.

Список літератури / References

1. Атлас палеогеографічних карт Української і Молдавської РСР (з елементами літофацій) масштабу 1:2 500 000 / відп. ред. В.Г. Бондарчук. Київ: Вид-во АН УРСР, 1960. С. 60.

Atlas of paleogeographic maps of Ukrainian and Moldavian SSR (with the elements of lithofacies) 1: 2 500 000 / Ed. V.G. Bondarchuk. Kyiv : Publ. Academy of Sciences of Ukrainian SSR, 1960. 60 p. (in Ukrainian).

2. Василенко С.П., Ремезова О.О. Стратиграфічне положення та палеогеографічні умови Мотронівсько-Аннівського Ti-Zr розсипного родовища (Пн-Сх УШ): *Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні питання геологічних досліджень в Україні»*, м. Львів, 3-6 жовтня 2013 р. Львів, 2013. С. 56-57.

Vasylenko S.P., Remezova E.A. Stratigraphic position and paleogeographic conditions of Motrona-Annyvske Ti-Zr placer deposit (north-eastern slope of the Ukrainian Shield) : Ukrainian Scientific Conference «Actual questions of geological research in Ukraine», Lviv, October 3-6, 2013. Lviv, 2013. P. 56-57 (in Ukrainian).

3. Галецкий Л.С., Эльянов М.Д., Кальная М.М., Бузов Н.В. Экзогенные рудоносные формации Украины. *Геол. журн.* 1988. № 1 (238). С. 3-15.

Galetskiy L.S., Elyanov M.D., Kalnaya M.M., Buzov N.V., 1988. Exogenous ore-bearing formations of Ukraine. Geologichnyy journal, No. 1 (238), P. 3-15 (in Russian).

4. Галецький Л.С., Чернієнко Н.М. Атлас «Геологія і корисні копалини України». 1:5 000 000. Київ, 2001. 168 с.

Galetskiy L.S., Chernienko N.N. Atlas «Geology and mineral resources of Ukraine». 1:5 000 000. Kyiv, 2001. 168 p. (in Ukrainian).

5. Гребенніков С.Є., Лобасов О.П. Геолого-математичне моделювання і географічні інформаційні системи в задачі моніторингу седимен-

таційних басейнів. *Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Геологія.* 2001. Вип. 19. С. 28-31.

Grebennikov S.E., Lobasov A.P., 2001. Geological modeling and geographical information systems in the problem of sedimentary basins monitoring. Visnyk of Taras Shevchenko Kyiv National University. Geology, 2001, No. 19, P. 28-31 (in Ukrainian).

6. Зосимович В.Ю. Событийно-палеогеографические критерии как инструмент корреляции континентальных и морских отложений миоцена платформенной Украины. *Теоретичні та прикладні аспекти сучасної біостратиграфії фанерозою України: Зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук.* Київ, 2003. С. 87-89.

Zosimovich V.Yu. Event-paleogeographical criteria as a tool for correlation of continental and marine Miocene sediments within the platform part of Ukraine. Theoretical and applied aspects in Modern biostratigraphy of Phanerozoic of Ukraine: Collection of scientific papers of the Institute of Geological Sciences. Kyiv, 2003. P. 87-89 (in Russian).

7. Кадастр месторождений полезных ископаемых УССР: (Титан). Киев, 1973. 248 с.

Inventory of mineral deposits of the Ukrainian SSR: (Titanium). Kiev, 1973. 248 p. (in Russian).

8. Карагодин Ю.Н. Региональная стратиграфия. Москва: Недра, 1985. 180 с.

Karagodin Yu.N. Regional stratigraphy. Moscow : Nedra, 1985. 180 p. (in Russian).

9. Комлев А.А., Ремезова Е.А., Свивальнева Т.В., Василенко С.П. Новые данные о формировании титан-циркониевых россыпей Правобережья Среднего Приднепровья Украины : *Все-рос. науч. конф. «Рудообразующие процессы: от генетических концепций к прогнозу и открытию новых рудных провинций и месторождений»*, ИГЕМ РАН, Москва, 29 октября – 1 ноября 2013 г. Москва, 2013. С. 203.

Komlev O.O., Remezova E.A., Sivalneva T.V., Vasylenko S.P. New data on the formation of titanium-zirconium placers of the Right Bank of the Middle Dnieper Ukraine: *International Scientific Conference «Ore-forming processes: from genetic concepts to the prediction and discovery of new ore deposits and provinces»*, IGEM RAS, Moscow, October 29–November 1, 2013. Moscow, 2013. P. 203 (in Russian).

10. Крейтер В.М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Ч 1. Москва: Госгеолтехиздат, 1960. 400 с.

Crayter V.M. Prospecting and exploration of mineral deposits. Vol. 1. Moscow: Gosgeoltechizdat, 1960, 400 p. (in Russian).

11. Лаломов А.В., Таболич С.Э. Локальные геолого-динамические факторы формирования прибрежно-морских россыпей тяжелых минералов. Москва: ГЕОС, 2013. 224 с.

Lalomov A.V., Tabolich S.E. Local geological and dynamical factors of the coastal-marine placers of heavy minerals. Moscow: GEOS, 2013. 224 p. (in Russian).

12. Литолого-фациальная карта нижне-среднего миоцена (новопетровская свита и ее возрастные аналоги). 1:500 000 / Галецкий Л.С., Зарицкий А.Н., Шнюков Е.Ф. Киев: ИГН НАН Украины, 1995.

Lithofacies map of the Lower-Middle Miocene (Novopetrovska suite and its age equivalents). 1:500 000 / Galetskiy L.S., Zaritskiy A.N., Shnyukov E.F. Kiev: Institute of Geological Sciences, 1995.

13. Петренко А.А. К вопросу о возрасте, генезисе и условиях формирования Самотканского месторождения титан-циркониевых россыпей. *Мінер. ресурси України*. 2008. № 1. С. 23-26.

Petrenko A.A., 2008. On the question of age, genesis and formation conditions of Samotkan titanium-zirconium placer deposit. *Mineral Resources of Ukraine*, No. 1, P. 23-26 (in Russian).

14. Рухин Л.Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах / под ред. Е.В. Рухиной; изд. 3-е, переработ. и доп. Ленинград: Наука, 1969. 703 с.

Ruhin L.B. Basics lithology. Doctrine of sediments / Edited by E.V. Ruhina; 3th edition. Leningrad : Nauka, 1969. 703 p. (in Russian).

15. Стратиграфічний кодекс України / відп. ред. П.Ф. Гожик; 2-е вид. Київ, 2012. 66 с.

Stratigraphic Code of Ukraine / Editor-in-Chief P.F. Gozhyk. Kyiv, 2012. 66 p. (in Ukrainian).

16. Страхов Н.М. Проблемы современного и древнего осадочного процесса: в 2 т. / отв. ред. В.Н. Холодов. Москва: Наука, 2008. Т. 1. 495 с.

Strahov N.M. Problems of modern and ancient sedimentary process: in 2 vol. / Editor-in-Chief V.N. Holodov. Moscow : Nauka, 2008. Vol. 1. 495 p. (in Russian).

17. Хрущов Д.П., Лобасов А.П., Рemezova E.A., Свивальнева Т.В., Василенко С.П. Информационно-прогнозные структурно-литологические цифровые модели титан-циркониевых россыпных месторождений: *Междунар. конф. «Титан-2013 в СНГ»*: Сборник конференции, Донецк, 2013. Д., 2013. С. 83-91.

Khrushchev D.P., Lobasov A.P., Remezova E.A., Sivalneva T.V., Vasylenko S.P. Information-predicted structural and lithological digital models of titanium-zirconium placer deposits: *International Conference «Titanium-2013 in the CIS»*: Collection of conference, Donetsk, 2013, P. 83-91 (in Russian).

18. Хрущов Д.П., Лобасов О.П., Рemezova O.O., Василенко С.П. Цифрові структурно-літологічні моделі Злобичького і Мотронівсько-Аннівського розсіпних родовищ титано-цирконієвих руд. *Геол. журн.* 2013. № 2 (343). С. 26-36.

Khrushchev D.P., Lobasov A.P., Remezova E.A., Vasylenko S.P., Sivalneva T.V., 2013. Digital structural-lithological models for Zlobychy and Motrona-Annivske placer titanium-zirconium deposits. *Geologichnyi zhurnal*, No. 2 (343), P. 26-36 (in Ukrainian).

19. Хрущов Д.П. Региональное структурно-литологическое моделирование осадочной оболочки. *Геол. журн.* 2013. № 3 (344). С. 51-62.

Khrushchev D.P., 2013. Regional structural-lithological modeling of sedimentary cover. *Geologichnyi zhurnal*, No. 3 (344), P. 51-62 (in Russian).

20. Цымбал С.Н., Дядченко М.Г., Личак И.Л., Половко Н.И., Заруцкий К.М., Проскурин Г.П. Закономерности размещения и источники питания титановых и титано-циркониевых россыпей Украины. В кн.: *Древние и погребенные россыпи СССР. Т. 1*. Киев : Наук. думка, 1977. С. 84-92.

Tymbal S.N., Dyadchenko M.G., Lichak I.L., Polovko L.I., Zarutskiy K.M., Proskurin G.P. The distribution regularities and supplying sources of titanium and zirconium placers of Ukraine. In: *Ancient and buried placers of USSR. Vol. 1*. Kiev : Naukova Dumka, 1977. P. 84-92 (in Russian).

21. Шило Н.А. Учение о россыпях: Теория россыпеобразующих рудных формаций и россыпей / изд. 2-е, перераб. и доп. Владивосток: Дальнаука, 2002. 576 с.

Shilo N.A. Doctrine of placers: Theory of the placer ore formations and placers / 2-nd edition. Vladivostok : Dal'nauka, 2002. 576 p. (in Russian).

Стаття надійшла
06.02.2014